

ANALISA EFISIENSI PEMANFAATAN SEL SURYA TERHADAP KONSUMSI ENERGI LISTRIK



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

BISMA PUTRI JAYANTI

D400160075

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA EFISIENSI PEMANFAATAN SEL SURYA TERHADAP
KONSUMSI ENERGI LISTRIK**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

BISMA PUTRI JAYANTI

D400160075

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Hasyim Asy'ari, S.T., M.T

NIK. 981

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA EFISIENSI PEMANFAATAN SEL SURYA TERHADAP KONSUMSI ENERGI LISTRIK

OLEH

BISMA PUTRI JAYANTI

D400160075

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa, 9 Februari 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Hasyim Asy'ari, ST.MT
(Ketua Dewan Penguji)
2. Umar, ST.MT
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Agus Supardi, ST.MT
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

Dekan,



[Signature]

Sri Sunarjono, MT., PhD

NIK. 628

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 9 Februari 2021

Penulis

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned below the text 'Penulis'.

BISMA PUTRI JAYANTI

D400160075

ANALISA EFISIENSI PEMANFAATAN SEL SURYA TERHADAP KONSUMSI ENERGI LISTRIK

Abstrak

Peningkatan kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat seiring dengan bertambahnya industri, perkantoran, maupun penduduk. Namun, peningkatan kebutuhan ini tidak sebanding dengan pasokan sumber dari energi listrik itu sendiri. Batu bara yang saat ini menjadi salah satu sumber energi pun sudah semakin berkurang, sedangkan batu bara merupakan salah satu bahan bakar fosil yang membutuhkan kondisi-kondisi tertentu untuk pembentukannya, dan terjadi di era tertentu pula. Indonesia yang terletak di daerah tropis sebenarnya menerima sinar matahari yang cukup berkesinambungan, namun dibiarkan terbuang begitu saja. Dari permasalahan tersebut dapat diatasi dengan penggunaan panel surya. Panel surya merupakan salah satu renewable energy yang dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif, dimana memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi utamanya. Penggunaan panel surya sebagai sumber energi listrik juga merupakan salah satu energi alternatif yang ramah bagi alam, bersih, dan tidak menghasilkan polusi. Tujuan utama dari penelitian ini ialah untuk mengetahui tingkat efisiensi pemanfaatan sel surya terhadap konsumsi energi listrik. Adapun metode penelitiannya adalah melakukan pengukuran energi listrik yang dihasilkan setiap hari, mengukur pasokan energi listrik yang dikonsumsi oleh beban setiap hari serta pengukuran total konsumsi energi listrik setiap hari. Adapun peralatan yang dipakai adalah 6 buah panel, dimana tersusun 2 seri dan 3 paralel. Rangkaian panel kemudian terhubung dengan SCC. Tegangan dari panel akan disimpan ke dalam 2 buah baterai yang disusun secara seri, dengan masing-masing baterai memiliki kapasitas 12 V. Kemudian tegangan DC yang mengalir akan menuju pada inverter *off grid* untuk diubah menjadi tegangan AC. Rangkaian ini kemudian terhubung dengan LVD yang juga terhubung dengan sistem dari PLN. Hasil dari penelitian ini didapat bahwa dengan menggunakan panel surya dapat membantu memenuhi 1,22 KWh dari total 6,55 KWh penggunaan energi listrik, dari hasil tersebut dapat menghemat biaya sebesar Rp. 52.876,02 per bulannya.

Kata Kunci: energi alternatif, panel surya, sumber energi, energi listrik, renewable energy, efisiensi.

Abstract

Increased demand for electricity is increasing along with the increase of industrial, office, and locals. However, this increase in demand is not proportional to the supply of sources of electrical energy itself. Coal is now becoming one of the energy sources was already on the wane, while coal is a fossil fuel that require certain conditions for its formation, and occurs at a certain age anyway. Indonesia is located in the tropics actually receive enough sunlight sustainable, but left wasted. Of these problems can be overcome with the use of solar panels. Solar panels are one of the renewable energies that can be used as alternative energy, which uses sunlight as the main energy source. The use of solar panels as a source of electrical energy is also one friendly alternative energy for natural, clean and non-polluting. The main objective of this research is to determine the efficiency level of solar cell utilization on electricity consumption. The research method is to measure the electrical energy produced every day, measure the supply of electrical energy consumed by the load every day and measure the total consumption of electrical

energy every day. The equipment used is 6 panels, which are arranged in 2 series and 3 parallel. The circuit panel is then connected to the SCC. The voltage of the panel will be saved into the 2 batteries arranged in series, with each batteries have a capacity of 12 V. Then the DC voltage that flows will go to the off grid inverter to be converted into AC voltage. This circuit is then connected to the LVD which is also connected to the PLN system. The results of this study found that using solar panels can help meet 1.22 KWh of the total 6.55 KWh of electricity use, from these results it can save costs of Rp. 52,876.02 per month.

Keywords: alternative energy, solar panels, energy sources, electrical energy, renewable energy, efficiency.

1. PENDAHULUAN

Listrik menjadi satu diantara beberapa sumber utama manusia untuk memenuhi kebutuhan hidup. Kebutuhan listrik akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Namun, ketersediaan bahan bakar untuk menghasilkan listrik seperti batu bara juga semakin berkurang. Letak Indonesia yang berada pada daerah tropis sebenarnya menerima cahaya matahari yang cukup berkesinambungan. Pemanfaatan cahaya matahari sebagai sumber energi alternatif memiliki peluang yang cukup besar, apalagi penggunaannya tidak menghasilkan polusi maupun merusak alam, bahkan jumlahnya tidak terbatas.

Penggunaan panel surya merupakan salah satu cara untuk dapat memanfaatkan energi dari cahaya matahari yang sealama ini dibiarkan begitu saja. Namun, harga panel surya yang tidak murah membuatnya belum bisa digunakan secara merata. Manfaat lain dari penggunaan panel surya sebagai sumber energi listrik dalam kehidupan sehari-hari ialah dapat menghemat pengeluaran untuk membayar listrik ke PLN.

Prinsip kerja dari penggunaan panel surya ialah berupa efek *photovoltaik*, dimana merupakan fenomena yang memunculkan tegangan listrik dikarenakan ada hubungan antara dua elektroda. Kedua elektroda tersebut saling dihubungkan dengan menggunakan sistem padatan atau cairan ketika mendapatkan cahaya. Energi listrik yang telah mengalami produksi tersebut bisa untuk disimpan dalam suatu baterai yang kemudian bisa digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik, seperti menyalakan lampu, menghidupkan kipas angin, menonton televisi, dan sebagainya.

Tegangan listrik yang dihasilkan oleh sebuah panel surya sangat kecil, sekitar 0,6V tanpa beban atau 0,45V dengan beban. Untuk mendapatkan tegangan listrik yang besar sesuai keinginan diperlukan beberapa sel surya yang tersusun secara seri. Jika 36 keping sel surya tersusun secara seri, akan menghasilkan tegangan sekitar 16V. Tegangan ini cukup untuk menghidupkan aki 12V. Susunan sekitar 10-20 atau lebih panel surya akan dapat menghasilkan arus dan tegangan tinggi yang cukup untuk kebutuhan sehari-hari. (Purwoto dkk., 2018).

Penerapan PLTS sebagai sumber energi listrik alternatif di daerah terpencil sangatlah tepat mengingat potensi energi surya rata-rata di Indonesia cukup baik, yakni sekitar 4,5 kWh/m² /hari yang dapat dimanfaatkan secara cuma-cuma. Energi surya sebesar 4,5 kWh/m² / hari ini setara dengan 675 Wh (*watt-hour*) per-hari yang dihasilkan oleh modul sel surya kapasitas 100 Wp (*watt peak*) dengan luas permukaan 1 m² , dan konversi efisiensi sel 15%. Sel surya sebagai penghasil energi listrik dc (*direct curent*) tidak hanya dimanfaatkan untuk penerangan rumah saja yang dikenal sebagai *solar home systems* (SHS), namun dapat pula digunakan sebagai catu daya listrik telepon satelit untuk daerah terpencil, catu daya pompa air listrik dc, stasiun *repeater* TV/radio, catu daya radio, *tape recorder*, dll. Keuntungan yang diperoleh dari pemanfaatan sel surya diantaranya; sistem sel surya tidak membutuhkan bahan bakar, tidak menghasilkan polusi dan suara ke lingkungan pada saat menghasilkan energi listrik, hampir bebas biaya perawatan, dan sangat mudah dalam pengoperasiannya. Sedangkan kelemahannya, karena sesuai dengan sifatnya, sel surya tidak dapat menghasilkan listrik pada saat tidak ada sinar matahari. Oleh karena itu pada sistem sel surya biasanya dilengkapi pula dengan sistem penyimpanan energi listrik menggunakan baterai basah (*accu*) jenis asam timbal (*lead acid*) yang mudah diperoleh di pasaran. (Akhmad, 2011).

Memasuki abad 21, persediaan minyak dan gas bumi semakin menipis. Sementara kebutuhan akan energi semakin meningkat, utamanya di negara-negara industri akan meningkat sampai 70% antara tahun 2000 sampai dengan 2030. Pada tahun 2015, kebutuhan energi listrik akan mencapai 19,5 - 20 trilyun kWh. Namun sumber energi primer (minyak dan gas bumi) hanya mampu menyumbang 12,4 Trilyun Kwh saja, sesuatu hal yang memprihatinkan dan mengkhawatirkan mengingat minyak dan gas bumi yang selama ini kita andalkan suatu saat nanti akan habis, di Indonesia diperkirakan dalam waktu 18 tahun lagi akan habis. Status persediaan minyak dunia diperkirakan akan habis 23 tahun ke depan, gas akan habis 62 tahun ke depan, sedangkan batu bara 146 tahun ke depan tidak akan tersedia lagi. Energi surya merupakan energi yang potensial dikembangkan di Indonesia, mengingat Indonesia merupakan negara yang terletak di daerah khatulistiwa. Energi surya yang dapat dibangkitkan untuk seluruh daratan Indonesia yang mempunyai luas 2 juta km² adalah sebesar 5,10 mW atau 4,8 kWh/m² /hari atau setara dengan 112.000 gWp yang didistribusikan. (Hasan, 2012).

Panel surya dapat digunakan pada sebuah gedung untuk memenuhi kebutuhan listrik dari gedung tersebut, sehingga tidak bergantung pada listrik pemerintah, dan mengurangi tagihan listrik. Dalam beberapa kasus, ada rumah yang menjual listrik berlebih dari panel surya yang mereka miliki pada pemerintah, hal ini ditemukan pada sejumlah negara Eropa. (Eldakhakhny, 2020).

Beberapa hal tersebut membuat penulis melakukan penelitian terhadap energi terbarukan menggunakan panel surya yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif ramah lingkungan, serta dapat menghemat biaya tagihan PLN.

2. METODE

Langkah-langkah penelitian menggunakan beberapa metode, yaitu :

2.1 Studi literatur

Studi literatur merupakan tahap untuk mempelajari serta mengambil beberapa informasi melalui berbagai jenis jurnal ilmiah, *e-book*, internet, dan buku yang temanya berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan.

2.2 Perancangan sistem

Perancangan sistem terdiri dari 6 buah panel, dimana tersusun 2 seri dan 3 paralel. Rangkaian panel kemudian terhubung dengan *SCC (Solar Charge Controller)*. Tegangan dari panel akan disimpan ke dalam 2 buah baterai yang disusun secara seri, dengan masing-masing baterai memiliki kapasitas 12 V. Kemudian tegangan DC yang mengalir akan menuju pada inverter *off grid* untuk diubah menjadi tegangan AC. Rangkaian ini kemudian terhubung dengan *LVD (Low Voltage Disconnect)* yang juga terhubung dengan sistem dari PLN, dimana *LVD* dapat memutuskan arus dari baterai menuju beban ketika baterai sudah dalam kondisi kritis.

2.3 Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan dengan mengumpulkan data yang dibutuhkan agar dapat diolah untuk dianalisa. Data yang diambil merupakan hasil monitoring untuk melihat perubahan arus dan tegangan.

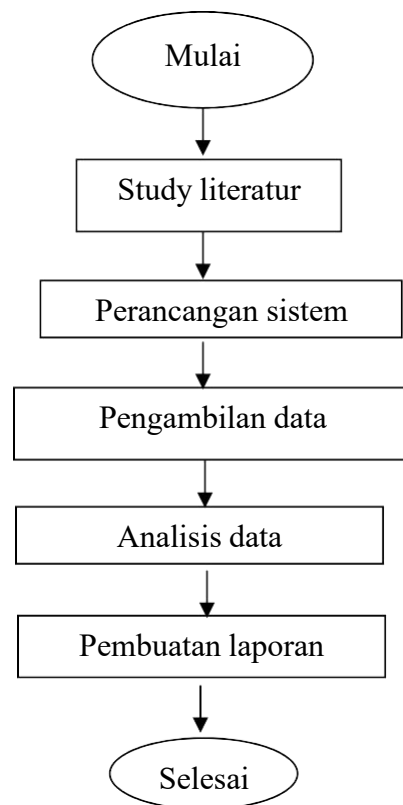
2.4 Perhitungan data

Perhitungan data bertujuan untuk mengolah data yang sudah didapat berupa hasil dari pengamatan selama 10 hari, dimulai dari perhitungan beban, juga *supply* dari panel surya itu sendiri.

2.5 Analisis data

Data yang didapat kemudian akan dianalisa untuk menentukan efisiensi penggunaan sel surya sebagai pengganti suplai listrik PLN.

2.6 Diagram Alir/*Flowchart*



Gambar 1. *Flowchart*

Keterangan :

1. Mencari serta mempelajari informasi dari berbagai referensi.
2. Mempelajari susunan dan sistem kerja dari rangkaian panel surya.
3. Pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan monitoring.
4. Data yang sudah didapat dari hasil monitoring akan dianalisis untuk kemudian diambil kesimpulan.
5. Melakukan penyusunan laporan berdasarkan data yang telah didapat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan yang mampu dihasilkan oleh panel surya untuk menjadi sumber alternatif energi listrik.



Gambar 2. Panel Surya



Gambar 3. *Solar Charge Control*



Gambar 4. Baterai



Gambar 5. Inverter



Gambar 6. Low Voltage Disconnect

3.1 Data Monitoring Panel Surya

Hasil monitoring merupakan hasil dari pengamatan berdasarkan monitor yang ditampilkan pada *Solar Charge Control* meliputi tegangan panel, tagangan baterai, serta arus.

Tabel 1. Monitoring Panel Surya Melalui SCC

Waktu	Tegangan Panel Surya (<i>Voltage</i>)	Tegangan Baterai (<i>Voltage</i>)	Arus (<i>Ampere</i>)
Hari ke-1	35	12,2	15,2
Hari ke-2	40,2	12,7	31,3
Hari ke-3	32,7	12,3	19,9
Hari ke-4	39,5	12,5	26,1
Hari ke-5	34,7	12,3	22
Hari ke-6	33,3	12	19,8
Hari ke-7	38,8	12,6	29
Hari ke-8	30,3	12,3	21,8
Hari ke-9	30,9	12,2	14,5
Hari ke-10	32,1	12,4	20,9
Rata-rata	34,75	12,35	22,05

Hasil pengamatan pada panel surya ini dilakukan selama 10 hari, pada kisaran pukul 10.30 hingga 11.00 siang, sehingga diperoleh nilai yang berbeda dan rata-rata seperti pada tabel 1.

3.2 Data Hasil Pengujian

Berikut ini adalah spesifikasi dari 6 buah panel yang digunakan :

Tabel 2. Spesifikasi Panel Surya

<i>Monocrystalline Solar Model</i>	SLP120S-12
<i>Open circuit voltage (Voc)</i>	21.6V
<i>Optimum operating voltage (Vmp)</i>	17.2V
<i>Short circuit current (Isc)</i>	7.72A
<i>Optimum operating current (Imp)</i>	6.98A
<i>Maximum power at STC (Pm)</i>	120Wp
<i>Standard test conditon</i>	100W/M ² , AM1.5 and 25°C

<i>Monocrystalline Solar Model</i>	SLP120S-12
<i>Open circuit voltage (Voc)</i>	21.6V
<i>Optimum operating voltage (Vmp)</i>	17.2V
<i>Short circuit current (Isc)</i>	7.72A
<i>Optimum operating current (Imp)</i>	6.98A

Data-data yang di dapatkan melalui monitoring *Low Voltage Disconnect* dalam keadaan sebelum ataupun sesudah menggunakan panel surya adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Monitoring Sebelum Menggunakan Panel Surya

Waktu	Tegangan (<i>Voltage</i>)	Arus (<i>Ampere</i>)	Daya (Watt)	Energy (KWh)	Frequency (Hz)	Power Factor (PF)	Selisih Energi (KWh)
Hari ke-1	224	3,973	835	121	50	0,94	-
Hari ke-2	221	0,695	114	127	50	0,74	6
Hari ke-3	222	0,703	114	131	50	0,73	4
Hari ke-4	223	0,809	161	161	50	0,89	4
Hari ke-5	222	1,256	248	140	50	0,84	5
Hari ke-6	222	2,218	482	151	50	0,99	11
Hari ke-7	221	0,700	113	156	50	0,73	5
Hari ke-8	220	0,800	158	160	50	0,90	4
Hari ke-9	222	0,692	125	165	50	0,82	5
Hari ke-10	222	0,720	132	169	50	0,83	4
Rata-rata	221,9	1,2566	248,2	148,1	50	0,841	5,33

Selisih energi yang terdapat dalam tabel 2 merupakan selisih data dari monitoring yang diambil pada hari ini dikurangi dengan data monitoring dihari sebelumnya, maka didapat penggunaan energi listrik yang bersumber dari PLN selama 24 jam.

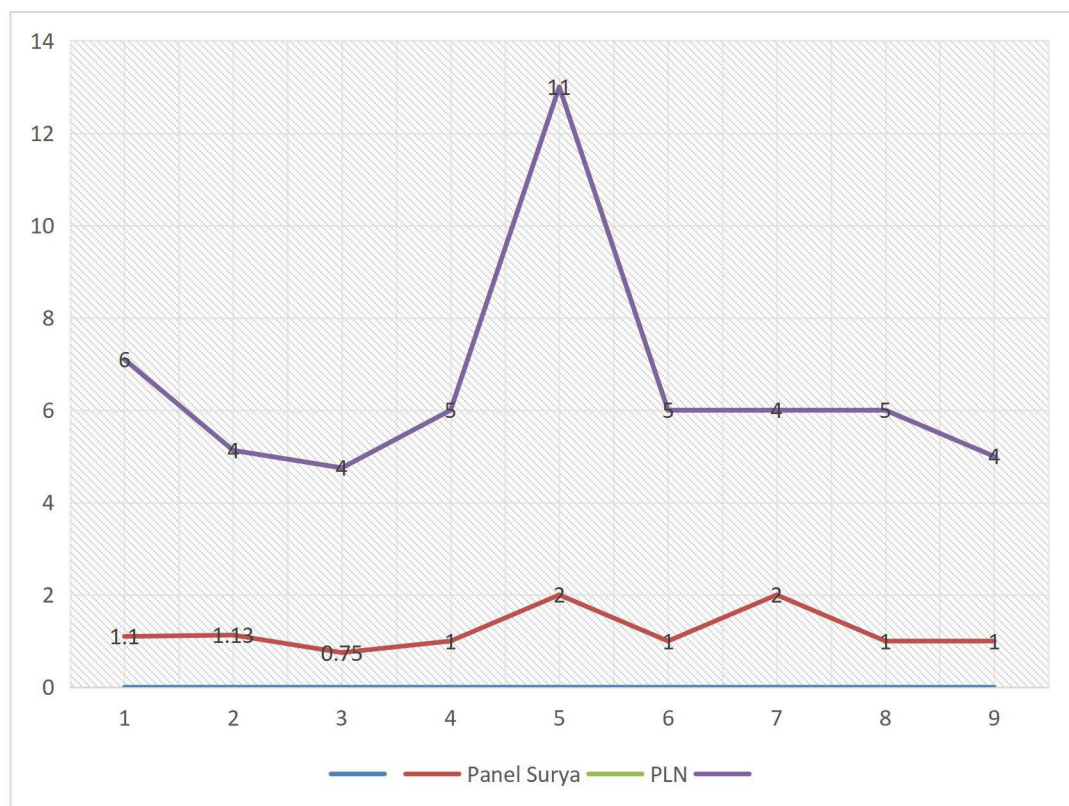
Tabel 4. Monitoring Setelah Menggunakan Panel Surya

Waktu	Tegangan (<i>Voltage</i>)	Arus (<i>Ampere</i>)	Daya (Watt)	Energy (KWh)	Frequency (Hz)	Power Factor (PF)	Selisih Energi (KWh)
Hari ke-1	228	0,822	157	7,02	50	0,84	-
Hari ke-2	227	0,716	118	8,12	50	0,73	1,1

Hari ke-3	228	0,724	118	9,25	50	0,72	1,13
Hari ke-4	228	0,816	165	10	50	0,89	0,75
Hari ke-5	227	1,876	342	11	50	0,80	1
Hari ke-6	228	0,774	131	13	50	0,75	2
Hari ke-7	228	0,721	117	14	50	0,72	1
Hari ke-8	228	0,815	165	16	50	0,89	2
Hari ke-9	229	0,707	130	17	50	0,80	1
Hari ke-10	229	0,738	137	18	50	0,81	1
Rata-rata	228	0,8709	158	12,339	50	0,795	1,22

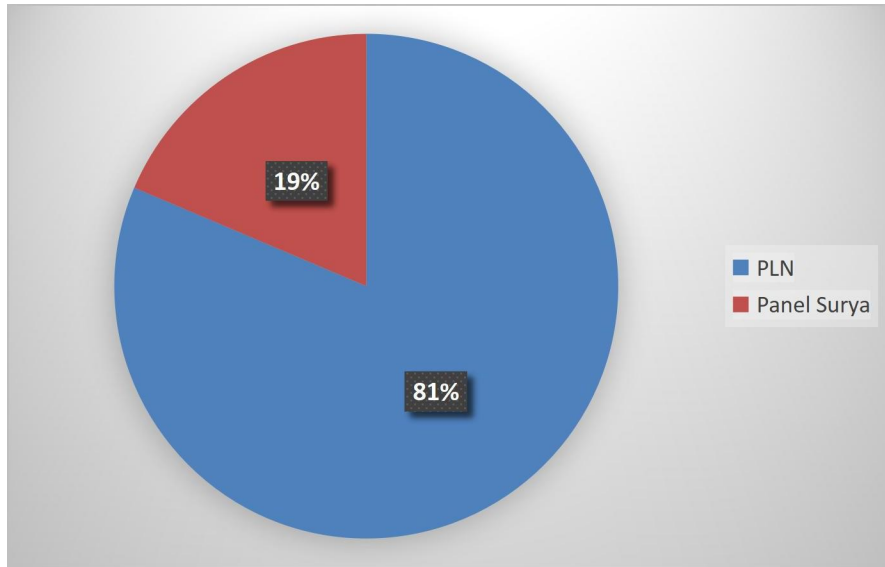
Selisih energi yang terdapat dalam tabel 3 merupakan selisih data dari monitoring yang diambil pada hari ini dikurangi dengan data monitoring dihari sebelumnya, maka didapat penggunaan energi listrik yang bersumber dari panel surya selama 24 jam.

Berdasarkan data yang sudah diperoleh seperti pada tabel 2 dan tabel 3, maka dapat dibuat grafik sebagai berikut :



Gambar 7. Grafik Penggunaan Sel Surya dan PLN

Dengan demikian berikut ialah perbandingan antara *supply* dari sel surya terhadap konsumsi total energi listrik :



Gambar 8. Perbandingan Supply Sel Surya Terhadap Konsumsi Total Energi

Tabel berikut merupakan data dari beban yang digunakan pada penelitian ini:

Tabel 5. Beban Yang Digunakan

Peralatan Elektronik	Daya (Watt)	Jumlah (Unit)	Waktu Pemakaian (Jam)	Total Energi (Watt)
Lampu	10	16	5	800
Lampu	15	8	5	600
Kipas Angin	70	2	3	420
Pompa Air	400	1	3	1200
Kulkas	100	1	5	500
TV	60	1	3	180
Total	655			3.700

Berdasarkan *update* mengenai harga per KWh dari PLN saat ini ialah Rp. 1.444,70. Maka dengan total penggunaan sebesar 6,55 KWh dapat diperhitungkan biaya yang harus dibayar ialah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Tarif pemakaian listrik dalam 1 hari} &= \text{jumlah pemakaian (KWh)} \times \text{harga per KWh} \\ &= 6,55 \text{ KWh} \times \text{Rp. 1.44,70} \\ &= \text{Rp. 9.462,785}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tarif pemakaian listrik dalam 1 bulan} &= \text{tarif pemakaian 1 hari} \times 30 \text{ hari} \\ &= \text{Rp. 9.462,785} \times 30 \text{ hari} \\ &= \text{Rp. 283.883,55}\end{aligned}$$

Dengan rata- rata penggunaan yang dihasilkan dari panel surya sebesar 1,22 KWh, maka dapat diperkirakan penghematan biaya yang dapat dilakukan berdasarkan perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}\text{Tarif pemakaian listrik dalam 1 hari} &= \text{jumlah pemakaian (KWh)} \times \text{harga per KWh} \\ &= 1,22 \text{ KWh} \times \text{Rp. 1.44,70} \\ &= \text{Rp. 1.762,534}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tarif pemakaian listrik dalam 1 bulan} &= \text{tarif pemakaian 1 hari} \times 30 \text{ hari} \\ &= \text{Rp. 1.762,534} \times 30 \text{ hari} \\ &= \text{Rp. 52.876,02}\end{aligned}$$

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil monitoring serta analisa penggunaan panel surya yang telah diperoleh, dapat disimpulkan bahwa :

Rata-rata penggunaan energi listrik dalam 24 jam menggunakan panel surya adalah 1,22 KWh, dan penggunaan energi listrik dalam 24 jam dengan PLN sebagai sumbernya adalah 5,33 KWh.

Jika rata-rata penggunaan energi dalam 24 jam dengan penelitian yang dilakukan selama 10 hari, baik dari PLN maupun panel surya dijumlah, maka didapat total sebesar 6,55 KWh.

Dari total penggunaan 6,55 KWH tersebut, panel surya dapat memenuhi 1,22 KWh dari total penggunaan yang ada.

Penghematan yang dapat dilakukan berdasarkan dari rata-rata penggunaan sel surya selama 24 jam ialah sebesar Rp. 52.876,02 per bulannya.

PERSANTUNAN

Alhamdulillah segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan ridhoNya, salawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW sehingga pembuatan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dan terselesaikan dengan baik. Penulisan laporan Tugas Akhir ini tidak

lepas dari bantuan berbagai pihak, maka penulis berterimakasih kepada :

1. Orang tua yang selalu memberikan doa serta menjadi motivasi terbesar penulis.
2. Nur Indah Lestari,S.T selaku kakak dari penulis yang selalu mengingatkan juga memberi motivasi agar Tugas Akhir ini cepat terselesaikan.
3. Bapak Hasyim Asy'ari,S.T.,M.T selaku dosen pembimbing yang sudah memberikan ilmu serta bimbingannya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Umar,S.T.,M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta dan seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
5. Sukarnopura Wijaya, Titania, Nurul Tandigau, Annastasia Nadya, Dian Rizky, Nurul Hikmah, dan Dhira Sasqia yang sudah memberi dukungan juga doa serta menjadi salah satu motivasi agar Tugas Akhir ini cepat terselesaikan.
6. Teman-teman, adik-adik, serta “anak-anak” penulis di KMTE yang telah memberi berbagai dukungan serta sudah memberi warna selama di bangku perkuliahan dan organisasi.
7. Akatsuki selaku teman-teman seperjuangan selama bangku perkuliahan juga organisasi selama 3 periode.
8. Ahmad Malik Ibrahim dan M. Jidil Mustofa yang sudah sangat berjasa bagi penulis tidak hanya dalam pembuatan Tugas Akhir ini tapi juga selama di bangku perkuliahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asy'ari, H., Rozaq, A., Putra F.S., 2014."Pemanfaatan Solar Cell Dengan PLN Sebagai Sumber Energi Listrik Rumah Tinggal".Surakarta:Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Akhmad, Kholid. 2011."Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Penerapannya Untuk Daerah Terpencil".dalam jurnal dinamika rekayasa.Purwokerto:Fakultas Teknik ONSOED.
- Eldakhakhny, Alaa. 2020. *Solar Cells*.
- Hasan, H. 2012."Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi".dalam jurnal riset dan teknologi kelautan.Makassar:Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

- Naim, M. 2017."Rancangan Sistem Kelistrikan PLTS Off Grid 1000 watt Di Desa Mahalona Kecamatan Towuti".dalam jurnal dinamika.Kendari:Teknik Mesin Universitas Halu Oleo.
- Purwoto, dkk. 2018."Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Energi Alternatif".Surakarta:Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rahayuningtyas, A., Kuala, S.I., Apriyanto, I.F., 2014."Studi Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Skala Rumah Sederhana di Daerah Pedesaan Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan dan Energi Terbarukan".dalam jurnal sains, teknologi, dan kesehatan.Bandung:Universitas Islam Bandung.
- Ramadhan, A.I., Diniardi, E., Mukti, S.H., 2016."Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP".Jakarta:Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.